

⑨日本国特許庁

⑩特許出願公開

公開特許公報

昭53—18420

⑤Int. Cl.³
C 22 C 38/52
C 22 C 38/60

識別記号
CBP
CBP

⑥日本分類
10 J 172
10 S 25

庁内整理番号
6339—42
6339—42

④公開 昭和53年(1978)2月20日

発明の数 4
審査請求 有

(全 4 頁)

⑧熱間工具用および構造用黒鉛鋼

立金属株式会社安来工場内

⑦出 願 人 日立金属株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目1
番2号

②特 願 昭51—92326
②出 願 昭51(1976)8月4日
⑦発 明 者 奥野利夫
安来市安来町2107番地の2 日

⑦代 理 人 弁理士 薄田利幸

明 細 書

発明の名称 熱間工具用および構造用黒鉛鋼
特許請求の範囲

1. C 0.70～1.90%、Si 0.20～2.50%、Mn 2.50%以下、Ni 0.50～3.00%、Cr 2.00%以下、 $(\frac{1}{2}W + Mo)$ 100～4.00%、V 0.10～1.50%、Co 0.20～10.00%を含み、残部Feおよび通常の不純物からなる熱間工具用および構造用黒鉛鋼。
2. C 0.70～1.90%、Si 0.20～2.50%、Mn 2.50%以下、Ni 0.50～3.00%、Cr 2.00%以下、 $(\frac{1}{2}W + Mo)$ 100～4.00%、V 0.10～1.50%、Co 0.20～10.00%、およびAl 2.00%以下、Cu 3.00%以下、Ti 2.00%以下、Cb 2.00%以下、Zr 0.70%以下、B 0.30%以下の内の1種または2種以上を含み、残部Feおよび通常の不純物からなる熱間工具用および構造用黒鉛鋼。
3. C 0.70～1.90%、Si 0.20～2.50%、Mn 2.50%以下、Ni 0.50～3.00%、Cr 2.00%以下、 $(\frac{1}{2}W + Mo)$ 100～4.00%、V 0.10～1.50%、Co 0.20～10.00%、およびS、Ce、Te、Se、Pb、

Bi 各0.30%以下の内の1種または2種以上(2種以上の場合、総和が0.50%以下)を含み、残部Feおよび通常の不純物からなる熱間工具用および構造用黒鉛鋼。

4. C 0.70～1.90%、Si 0.20～2.50%、Mn 2.50%以下、Ni 0.50～3.00%、Cr 2.00%以下、 $(\frac{1}{2}W + Mo)$ 100～4.00%、V 0.10～1.50%、Co 0.20～10.00%、およびAl 2.00%以下、Cu 3.00%以下、Ti 2.00%以下、Cb 2.00%以下、Zr 0.70%以下、B 0.30%以下の内の1種または2種以上、さらにS、Ce、Te、Se、P、Bi 各0.30%以下の内の1種または2種以上(2種以上の場合、S、Ce、Te、Se、Pb、Bi 計0.50%以下)を含み、残部Feおよび通常の不純物よりなる熱間工具用および構造用黒鉛鋼。

発明の詳細な説明

本発明は熱間工具用および構造用黒鉛鋼に関するものである。熱間製鉄工具、熱間鍛造金型類をはじめ、熱間において昇温した被加工材との間に苛酷な摩擦作用を受ける工具および構造部品にお

いては、摩擦による発熱、昇温と肉流れによる焼付、摩耗作用が工具損耗の主体を占めることが多い。

本発明は黒鉛の潤滑作用、固着性のすぐれた酸化被膜の形成による保護、潤滑作用、すぐれた高温強度を備え、また適量の炭化物、さらに硫化物系介在物など軟質介在物金属 Pb による潤滑効果を併用することにより、上記高温での苛酷な摩擦条件下において、すぐれた耐損耗性を与える新しい熱間工具用および構造用黒鉛鋼を提供するものである。なお、被切削性は黒鉛および潤滑性非金属介在物の存在によりきわめて良好である。

従来、黒鉛鋼は冷間での絞り型、ロール、特殊シャフト等を使用されているが、熱間工具用などの用途に対しては、従来の黒鉛鋼は熱影響条件下における強度不足等の問題が有り、一般的には使用されていない。

本発明は C - Si - Ni - Mo - W - V - Co を基本成分として、すぐれた高温強度特性、酸化被膜特性および黒鉛化特性を付与するとともに、耐摩

特開 昭53-184210 (2)
耗性に寄与する特殊炭化物を形成させ、これに Al, Cu, Ti, Cb, Zr, B 等の黒鉛化促進元素を併用し、適度の黒鉛化能を与え、さらに S, Se, Ce, Te, Bi 等の非金属介在物による潤滑作用金属 Pb による潤滑作用等の総合作用により、熱間において苛酷な摩擦作用を受ける用途においてすぐれた性能を発揮する黒鉛鋼を開発したものである。

第1表は本発明黒鉛鋼および従来黒鉛鋼の化学組成例を示したものである。

また、鍛造-焼ならし-焼なまし後焼入-焼もどし処理（目標かたさ HRC 45）したものの焼もどし温度および黒鉛量を示す。従来鋼に対し、本発明鋼は HRC 45 を得る焼もどしかたさが明らかに高いことがわかる。これは、本発明鋼に含まれる W, Mo, V あるいは Cr 系炭化物の微細析出による強化および Co の固溶強化によるものであり、炭化物の析出強化による軟化抵抗改善に関してはとくに V の効果は大きいことがわかる。

表 1 我

	O	Si	Mn	S	Ni	Cr	W	Mo	V	Co	Os	AL	Ti	Cb	Zr	B	Te	O ₂	8 ₀	焼入温度 (°C)	焼入時間 (分)	
本発明鋼 A	1.7	1.22	0.85	-	1.25	0.41	0.74	1.65	0.45	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	590	0.41	
“ B	1.6	0.71	0.93	-	1.23	0.55	0.76	1.70	0.48	1.33	-	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	
“ C	1.48	0.68	0.97	-	1.15	0.50	1.15	1.89	0.86	1.35	1.22	0.43	-	-	-	-	-	-	-	610	0.38	
“ D	1.53	1.36	0.90	-	1.20	0.20	0.75	1.40	0.44	1.30	-	0.35	0.23	-	-	-	-	-	-	-	0.43	
“ E	1.54	1.28	0.87	-	1.07	0.21	0.77	1.42	0.48	1.32	-	0.25	0.18	0.21	-	-	-	-	-	-	0.43	
“ F	1.48	1.20	0.83	-	1.21	0.39	0.72	1.61	0.46	1.31	-	0.23	-	-	0.18	0.11	-	-	-	-	0.42	
“ G	1.46	1.24	0.88	0.12	1.19	0.41	0.75	1.46	0.51	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	
“ H	1.44	1.21	0.84	-	1.23	0.43	0.78	1.67	0.49	1.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	
“ I	1.46	1.19	0.81	-	1.20	0.40	0.77	1.68	0.47	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	
“ J	1.45	1.24	0.88	-	1.30	0.43	0.72	1.71	0.49	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	
“ K	1.39	1.21	0.77	-	1.27	0.40	0.69	1.72	0.44	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.39	
“ L	1.48	1.24	0.80	-	1.01	0.40	0.76	1.70	0.48	1.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	
“ M	1.44	1.20	0.79	-	1.25	0.20	1.12	2.58	0.51	1.40	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	
“ N	1.33	1.22	0.80	-	1.15	0.15	1.45	-	0.46	1.37	-	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	
“ O	0.95	1.35	0.77	-	1.86	-	-	2.22	0.30	1.65	1.03	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	580	0.29
“ P	1.43	1.19	0.82	-	1.20	0.41	0.81	1.68	0.46	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	
“ Q	1.42	1.22	0.78	-	1.19	0.40	0.53	1.65	0.43	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38	
従来鋼 R	1.52	1.18	0.44	-	-	-	-	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	520	0.48
“ S	1.37	1.24	1.87	-	1.82	-	-	1.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540	0.45

第2表は本発明鋼の焼付摩耗試験における焼付臨界荷重比（従来鋼との対比）を示す。焼付試験における試験片は円柱状試験片で、あらかじめ酸化被膜処理を施したのち端面を高温に加熱した相手材に接触させつつ回転、摩擦作用を与え、焼付が起らない限界の荷重を求め、従来鋼 P のそれを 100 として % で示したものである。

本発明鋼は従来鋼よりも明らかに焼付臨界荷重比が高いことがわかる。これは本発明鋼のすぐれた高温強度、耐摩耗に寄与する炭化物、黒鉛分布による潤滑効果、保護性酸化被膜、潤滑性介在物の分布によるものであり、とくに酸化被膜特性を通じてのおよび固溶強化を通じての Co の効果は極めて大きく、本発明鋼の大きな特質を形成するものである。

第 2 表

	焼付臨界荷重比(%)
本発明鋼 A	161
“ C	178
“ G	172
“ H	170
“ I	170
“ J	171
“ K	173
“ L	195
“ M	185
“ N	176
“ O	141
“ P	169
“ Q	171
従来鋼 R	100
“ S	123

なお、本発明鋼の高温かたさは第 3 表に示したとおりである。

7

の低下を招くので 190% 以下とする。

Si は黒鉛化能を付与するための不可欠の添加元素である。多すぎると熱間加工性を低下させるので 250% 以下とし、低すぎると黒鉛化が困難となるので 120% 以上とする。

Mn は本発明鋼の焼入性を高め、また S 添加タイプのものについては S との間に MnS 系介在物を形成し、潤滑効果を付与する元素である。多すぎると黒鉛化能が低下し、また焼なましかたさを過度に高くして機械加工性を減じ、また A₁ 変態点を下げるので 250% 以下とする。

Ni は本発明鋼の金型として必要な焼入性を高め、黒鉛化を促進し、またマトリックスの靱性を改善する必須の添加元素である。多すぎると焼なましかたさを過度に高くし、機械加工性を減じ、また A₁ 変態点を下げるので 300% 以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので 150% 以上とする。

Cr は炭化物を形成して耐摩耗性、焼もどし軟化抵抗を高め、焼入性改善、適度の耐酸化性、黒

第 3 表

	高温(600℃)かたさ(Hv)
本発明鋼 A	225
“ C	235
“ L	249
“ M	240
“ N	232
“ O	225
従来鋼 R	122
“ S	135

つぎに本発明鋼の成分限定理由を示す。

C は黒鉛形成のために不可欠であり、また焼入時マトリックスに固溶して焼もどし時 W、Mo、V、Cr とともに微細な特殊炭化物を析出して軟化抵抗、高温強度を与え、また残留炭化物を形成して、耐摩耗性を高めるなど、きわめて重要な添加元素である。低すぎると黒鉛化能が不足し、黒鉛量が減少して本発明鋼の特性を形成することが困難となるので 170% 以上とし、高すぎると靱性の低下、W、Mo、V、Cr 等のバランスにおいて高温強度

8

鉛化能調整などの目的のために、目的、用途により添加される。多すぎると黒鉛化が困難となるので 200% 以下とする。

W および Mo は炭化物を形成し、耐摩耗性を付与するとともに焼もどし軟化抵抗、高温強度を高めるための不可欠の添加元素である。多すぎると黒鉛化を阻止し、かつ靱性低下を招くので (3/2W + Mo) にて 4.00% 以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので 1.00% 以上とする。

V は炭化物を形成し、耐摩耗性を高めるとともに、焼もどし軟化抵抗、高温強度を高める効果を有し、とくに 650℃ 以上の高温域での軟化抵抗、高温強度改善のためには不可欠の重要な添加元素であり、V 添加は本発明鋼の主要な特色の一つである。多すぎると黒鉛化能を低下させるので 150% 以下とし、低すぎると添加の効果が得られないので 110% 以上とする。

Co はマトリックスに固溶して高温強度、軟化抵抗を高め、また強固な保護性酸化被膜を形成、金型の損耗寿命を高めるための不可欠の重要な添

9

10

加元素である。一般の熱間工具鋼よりも相対的にC量の高い黒鉛鋼においてはW、Mo、V、Cr等の炭化物形成元素とCとの間の特殊炭化物の微細析出、分散による軟化抵抗、高温強度増大効果は上記一般熱間工具鋼の場合よりもCと炭化物形成元素バランス上相対的にやや小さく、この意味で黒鉛鋼におけるCo固溶による固溶強化は重要な意味を持つもので、本発明鋼の特色の一つを形成するものである。Coは多すぎると靱性低下を招くため700%以下とし、低すぎると添加の効果が得られないので020%以上とする。

Alは強力な黒鉛化促進元素であり、W、Mo、V、Cr等の黒鉛化能低下元素添加量との関係において目的、用途により添加される。多すぎると靱性低下を招くので200%以下とする。

Cuは黒鉛化促進元素であり、また析出強化に寄与する元素で目的、用途により添加される。多すぎると熱間加工性を低下させるので300%以下とする。

Ti、Cbは黒鉛化を促進する元素であり、目的、

特開昭53-18420(4)

用途により添加される。多すぎると偏析を生じ、靱性低下を招くので各200%以下とする。

Zrも黒鉛化を促進する元素であり、目的、用途により添加される。多すぎると偏析を生じ、靱性を低下させるので050%以下とする。

Bも黒鉛化を促進する元素であり、目的、用途により添加される。多すぎると熱間加工性を害するので030%以下とする。

S、Ce、Te、Se、Biは潤滑性介在物を形成し、またPbは潤滑効果を与え摩擦係数を減じ、本発明鋼の耐摩耗性を高めるために目的、用途により添加される。多すぎると靱性低下を招くので単独で各030%以下、複合で計050%以下とする。

以上に記述するように、本発明鋼は黒鉛による潤滑効果、高温強度、酸化被膜による保護、潤滑効果、潤滑性介在物による摩擦係数低減等を併用し、熱間における苛酷な摩耗作用を受ける用途において、すぐれた性能を発揮する熱間工具用および構造用黒鉛鋼を提供するものである。

なお、冷間加工等により黒鉛化を促進すること

11.

も製品によつては無論有効である。

代理人 弁理士 薄 田 利 幸

12.